

SEMICONDUCTOR DEVICE AND ITS MANUFACTURE

PUB. NO.: 54-040569 [JP 54040569 A]

PUBLISHED: March 30, 1979 (19790330)

INVENTOR(s): ODATE MITSUO

    NISHIUCHI TAIJI

APPLICANT(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP [000601] (A Japanese Company or  
Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.: 52-107459 [JP 77107459]

FILED: September 06, 1977 (19770906)

INTL CLASS: [2] H01L-023/48; H01L-021/58

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS — Solid State Components)

JOURNAL: Section E, Section No. 113, Vol. 03, No. 61, Pg. 92, May 26,  
1979 (19790526)

ABSTRACT

PURPOSE: To make excellent contact by pressure-holding an semiconductor  
element by interposing oil or grease containing powdery metal between the  
main electrode of the element and an external electrode.

## 公開特許公報

昭54-40569

50Int. Cl.<sup>2</sup>  
H 01 L 23/48  
H 01 L 21/58

識別記号 52日本分類  
99(5) C 11

序内整理番号 43公開 昭和54年(1979)3月30日  
7357-5F  
7357-5F  
発明の数 2  
審査請求 未請求

(全 5 頁)

## 50半導体装置およびその製造方法

①特 願 昭52-107459  
②出 願 昭52(1977)9月6日  
③發明者 大館光雄  
伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱  
電機株式会社北伊丹製作所内

④發明者 西内泰治  
伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱  
電機株式会社北伊丹製作所内  
⑤出 願人 三菱電機株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目2  
番3号  
⑥代 理 人 弁理士 荻野信一 外1名

## 明 講 著

## 1. 発明の名称

半導体装置およびその製造方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 2つの主電極と1つ以上のロード混合を備えた半導体素子、前記半導体素子の各主電極に電気的、熱的にそれぞれ加圧接続された外部電極から構成された加圧接続形半導体装置において、前記半導体素子の少なくとも1つの主電極と前記外部電極との間に粉末金属性を嵌入した油またはグリースを介在させ加圧保持したことを特徴とする半導体装置。

(2) 2つの主電極と1つ以上のロード混合を備えた半導体素子、前記半導体素子の各主電極に電気的、熱的にそれぞれ加圧接続された外部電極から構成された加圧接続形半導体装置の製造方法において、前記半導体素子の少なくとも1つの主電極と前記外部電極との間に粉末金属性を嵌入した油またはグリースを介在させ、あらかじめ最終加圧保持圧力以上の圧力を少なくとも1回以上加圧し、

その後、加圧を徐々に減じて最終加圧保持圧力にして保持せることを特徴とする半導体装置の製造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

この発明は、半導体素子の主電極と、これに圧接された主電極の外部電極間の電気的、熱的接触抵抗を減少させた半導体装置およびその製造方法に関するものである。

半導体素子の大電力化に伴い金属間、特に半導体素子の主電極と、これに圧接される外部電極間との電気的、熱的接触抵抗を減少することが問題となる。これらの接触抵抗を減少させるには、従来、半導体素子をランピングして、平面度、平行度を向上させたり、半導体素子と外部電極との間に重い金属、例えば銀、金等の板を挿入したり、圧接力を大きくする方法が行われていた。半導体素子は1つ以上のロード混合をもつたシリコン樹脂と、それと熱膨脹係数の類似した金属、例えばセリウム、タンタルスアン樹脂等の支持板とを、アルミニウム等のろう材を用いて真空中、還元性ガ

と、電気特性を劣化させてしまう。これについてさらに図1を用いて説明する。

図1は半導体装置の断面図を示すものである。この図で1は半導体ダイオード等の半導体素子であり、図2<sup>a</sup>複合を作成するシリコン板2がシリコン板2を接着するセリップピンからなる支持板3にアルミニウムアーマニウムシリコン共晶層4によってろう付けされ接着されている。5はアルミニウム基盤により形成されたアルミニウム電極であり、以上で半導体素子1が構成されている。この半導体素子1は上、下に電気、熱を取り出すための剛からなる第1の外部電極6と第2の外部電極7<sup>b</sup>とが配置され、圧接装置で保持される。7はセラミックあるいはガラス等からなる環状絕縁体であり、一方の端は第1の外部電極6と剛からなるダイヤフラム8にろう付けされ、他方の端は鉄、鉄ニッケル合金からなる底板リング9にろう付けされて、以上で第1の主電極体10が構成される。底板リング9は第2の外部電極7とろう付けされる。13は底板部分を示す。以上で第2の主

あるいは不活性ガス中で高真空中でろう付けおよび合併が行われ構成される。

ところで、半導体素子の大口径化に伴い、半導体素子の径も8.5~10.0mmにもなり、シリコン板と支持板とろう付け、合併を行つたときに、シリコン板の周縁部に大きなストレスがあり、それが半導体素子の電気特性を悪化したり、各材料の熱膨張差によるバイメタル作用により、半導体素子が大きく反る等の問題が発生する。特に大口径の半導体素子の電気特性を改善するためには、シリコン板のストレスを歯力軽減する必要が生ずる。ストレスを軽減させるためにはシリコン板の直徑および厚みに適合させて、支持板の厚みを薄くすることにより解決することができる。しかしながらこれは半導体素子の反りのより増大をおくことになり、そのまま(ろう付け、合併完了)の状態で圧接力を加えて半導体素子と外部電極とを接触させようとすると、シリコン板の反りを矯正する過程においてシリコン板内部のストレスの変動、ひいてはシリコン板内部でのクラックの発生を招

電極体14が構成される。15は冷却フィンである。

一般的には、各々の外部電極6、7<sup>b</sup>は、平面度、平行度は20μm以下で表面あらさは1.0μm以下の加工が行われており、さらにニップル、鋼、金、金メッキが5μm位施されている。

この半導体装置を組立てるには、先ず第1の主電極体10に半導体素子1を挿入し、次に第2の主電極体14をかぶせて、不活性ガス雰囲気中にて各々の底板リング9、12をアーキまたは抵抗炉焼成にて底板が行われて半導体装置が完成する。このように組立てられた半導体装置に、さらに内電極の外側に熱および電気を取り出し、かつ、熱を冷却する冷却フィン15が圧接力Pで圧接される。

このように構成された半導体装置は半導体素子1の大口径化により、前述のように半導体素子1の反りも大きくなり圧接力Pによって、反りが矯正されることにより発生するシリコン板2のストレスの増大ひいては、クラックの発生により半導体素子1の電気特性が劣化し、ひどいときには半

導する事態が発生。また、反りを矯正せざる圧接力Pが不足した場合は熱的特性が悪くなり、半導体素子1を劣化、破壊させる。そのため従来は第2図(a)に示す半導体素子1を第2図(b)、(c)、(d)のような方法において、これらの問題発生を抑えている。すなわち第2図(b)のようにラビングにより平面度、平行度を小さくするか、第2図(c)のように表面に高かつて電気、熱伝導の良い金、銀等の貴金属層を設ける。さらには第2図(d)のように圧接力Pを2倍して大きくする等の方法である。

しかし、第2図(b)のように硬い金属をラビングすることに、その作業に必要な長い時間と、大きな設備投資が必要となり、さらには労力とコストの増加につながり、また、ラビング層の半導体素子表面の汚染・除去に神経を使うことになる。次に、第2図(c)のように貴金属層を設けることは、反りの増大とともに厚みも厚くなり、材料費の上昇につながる。さらに、第2図(d)のように圧接力を大きくすることは半導体装置の機械的

強度の増加を伴い、半導体装置の構造を大きくする結果となり好ましくない等、いずれの方法にも多くの問題があつた。

この発明は、上述の点にかんがみなされたもので、大きく反りの発生している半導体素子に小さな圧接力によって、電気特性、熱特性を充分満足させ、かつ半導体装置を構成する半導体素子の各主電極とこれに圧接する各々の外部電極とが良好な接触が得られ、さらにはコスト、工件の増加、装置の大形化を伴わないようにしたものである。以下この発明について説明する。

第3図はこの発明の一実施例を示す断面図で、第1図と同一符号は同一部分を示し、16は油またはグリースを介在させた粉末金属を混入した油またはグリースである。このように油またはグリースを介在させることにより、第2図(a)、(b)、(c)で示した従来の不都合をことごとく除去することができる。

第3図の半導体装置の組立てでは、半導体素子1の主電極と各々の外部電極6、11と接触する部

分のみの内側に油またはグリース16を塗布する。この際、接触部以外の部分に塗布することは、油膜性の問題から充分注意して行う必要がある。次に従来と同じよう第1の主電極体10に半導体素子1を挿入してから第2の主電極体14をかぶせて、各々の端子リング3、12の端子を行つた後、両外端電極6、11に冷却フィン15が圧接力Pで圧接される。

このように組立てられた半導体装置は油またはグリース16を塗布した以外は従来のものと同じである。しかしながら、同じ圧接力Pにおいては、装置の接触熱抵抗係数、接触電気抵抗係数は従来に比べて各々10%と減少した。<sup>2</sup> 第3図に第4図(a)、(b)、(c)のそれぞれの熱抵抗と順電圧降下の関係を示す。さらに、接触熱抵抗係数および接触電気抵抗係数を減少させるには、第4図に示した工程を行えばよい。

すなわち、第4図(a)は組立てられたままの圧接力P=0のときである。第4図(b)は最終圧接力P'の1.1倍以上の圧接力つまり $\alpha \cdot P'$ ( $\alpha$

は1.1以上の数字)をかけたときである。さらに第4図(c)は、最終圧接力P'のときであるが、第4図(b)の $\alpha \cdot P'$ より圧力をはぐくに減じたものであり、この圧接力P'で半導体装置の動作が行われる。ここでいう圧接力P'は $9.9 \text{ kp/cm}^2$ 以下であり、 $\alpha$ は半導体素子1の口徑となり、各々の外部電極6、11の材質、熱処理および表面状態、ノフやの種類等によつて決められる定数であるが実験によれば2.5以上は越えなかつた。

次に油またはグリース16の状態を説明すると、第4図(a)では半導体素子1と各々の外部電極6、11間に油またはグリース16が存在し、第4図(c)でははぐくに圧力 $\alpha \cdot P'$ を減じて最終保持圧力P'に至ると、半導体素子1の反りが弾性変形によりもどり、半導体素子1と各々の外部電極6、11間に空隙ができるが、油またはグリース16の表面張力により、この空隙部に油またはグリース16が埋り、この部分でも電気、熱の伝導が行われ、その結果、接触熱抵抗係数および接触電気抵抗係数(順電圧降下)が従来に比べて各々15%と

減少した。この状況を第5図に示す。また油またはグリース16中に入れる粉末金属の粒子の大きさと、熱抵抗係数、順電圧降下の関係を第6図に示す。

すなわち、第5図において、横軸は熱抵抗と順電圧降下を示し、縦軸は規定圧力である。曲線1は熱抵抗、曲線2は順電圧降下の圧力に対する変化を表わしている。

また第6図は横軸に粉末金属の粒子径をとり、縦軸は第5図と同じく熱抵抗と順電圧降下をとつたもので、曲線1は熱抵抗、曲線2は順電圧降下を表わす。第6図における粉末金属はよくなまされたアルミニウム粉を用いたが、実験では比較的重く、かつ、硬度 Hv 4.0以下の時、インジクム、鉛、錫、亜鉛等の單一金属または複合金属でもさしつかえないことが判明している。この実験より、粉末金属の粒子の径は、半導体素子の径の $1/10$ 以下であれば、大きな効果が得られる。

なお、上記実験では半導体ダイオードについて説明したが、この発明はこれに限定されるもので

なく、サイリスタ、トライアクタ、トランジスター等の半導体素子にも適用できることはいうまでもない。

以上説明したようにこの発明によれば、半導体素子と外部電極との圧接力を小さくすることができます。半導体装置に冷却体を取付ける後端が小形化されることはいうまでもなく、最終加圧圧接力が小さいために半導体素子の反りを無効に矯正することができないので、半導体素子を構成するシリコン板の外側部に発生するストレスも減少でき、断続的な動作における疲労の蓄積によるクラックも防げ、電気的特性の劣化が発生しない半導体装置が得られる利点がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

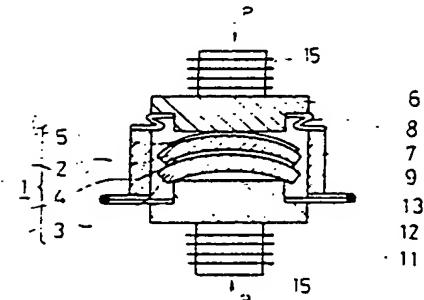
第1図は従来の半導体装置の断面図、第2図(a)～(d)は第1図の半導体素子の反りを改善させる従来の方法の説明図、第3図はこの発明の一実施例を示す半導体装置の断面図、第4図は過圧力による半導体素子外部電極間の油またはグリースの接触状態の説明図、第5図は、第4図の過程における

特開昭54-10569(4) ける電気・熱特性の図体図、第6図は曲毛たばこグリースに嵌入される防水金属栓子(アルミニウム)と電気・熱特性の図体図である。

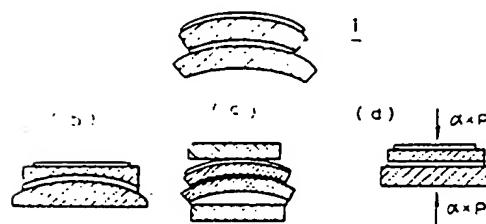
図中、1は半導体素子、2はシリコン板、3は支持板、4はアルミニウムーアルミニウムシリコン共晶層、5はアルミニウム電極、6は第1の外部電極、7は環状絕縁体、8はダイヤフラム、9、10は店頭リング、11は第1の主電極体、12は第2の外部電極、13は店頭部分、14は第2の主電極体、15は内印アイン、16は曲毛たばこグリースである。なお、図中の番号は同一または相当部分を示す。

代理人：馬野信一（外）名）

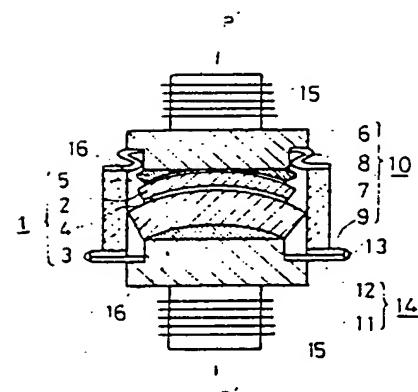
第1図



第2図 (a)～(d)



第3図



第4図

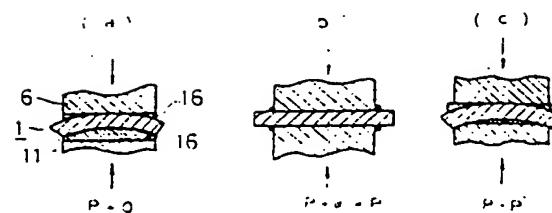


图 5

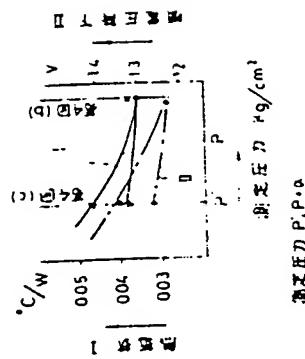


图 6

